

DOCKET NO.: 216268 US

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Nils-Ivar LANDGREN

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HERewith

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/SE00/01068

INTERNATIONAL FILING DATE: May 25, 2000

FOR: AXIAL REVERSED COOLING OF A ROTOR AND A COIL END SECTION IN AN
ELECTRICAL ROTATING MACHINE

REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that
the applicant claims as priority:

COUNTRY

Sweden

APPLICATION NO

9901928-3

DAY/MONTH/YEAR

27 May 1999

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the
International Bureau in PCT Application No. PCT/SE00/01068.

Respectfully submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Gregory J. Maier
Attorney of Record
Registration No. 25,599
Bradley D. Lytle
Registration No. 40,073



22850

(703) 413-3000
Fax No. (703) 413-2220
(OSMMN 1/97)

PKV

PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET
Patentavdelningen

09/926607

Pct/SE 00/01068

REC'D 02 AUG 2000

WIPO

ECT



Intyg Certificate

Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.

This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.

#7
priority
Häcker
4-602

(71) Sökande ABB AB, Västerås SE
Applicant (s)

(21) Patentansökningsnummer 9901928-3
Patent application number

(86) Ingivningsdatum 1999-05-27
Date of filing

Stockholm, 2000-07-24

För Patent- och registreringsverket
For the Patent- and Registration Office

A. Södervall
Anita Södervall

Avgift
Fee

PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

PATENT- OCH
REGISTRERINGSVERKET
SWEDEN

Postadress/Adress
Box 5055
S-102 42 STOCKHOLM

Telefon/Phone
+46 8 782 25 00
Vx 08-782 25 00

Telex
17978
PATORREG S

Telefax
+46 8 666 02 86
08-666 02 86

AXIELL REVERSERANDE KYLNING AV ROTOR OCH HÄRVÄNDSPARTI I EN ELEKTRISK Roterande MASKIN

Tekniskt område

- 5 Föreliggande uppfinning hänför sig till roterande elektriska maskiner, exempelvis synkronmaskiner, normala asynkronmaskiner, men även dubbelmata-
de maskiner, tillämpningar i asynkrona strömriktarkaskader, ytterpolmaskiner och
synkronflödesmaskiner samt även växelströmsmaskiner avsedd i första hand som
generator i en kraftstation för alstring av elektrisk effekt. Speciellt hänför sig upp-
10 finningen till kylning av rotor i turboapplikationer vid sådana maskiner med en
axiell luftström genom rotorns axiella kanaler och för att därmed kyla de isolerade
elektriska ledare som utgör rotorlindningen och indirekt även rotorpolerna.

Uppfinningens bakgrund

- 15 Uppfinningen grundar sig på system där statorkylkretsen är separerad
från rotorkylkretsen, t.ex. då statorn är vattenkyld. För att med luft kyla rotorn i en
elektrisk maskin där rotorn är försedd med luftkanaler måste luften ha en viss
hastighet och ett visst volymflöde i kanalerna för att erhålla tillräcklig kylning av
rotor inklusive fältlindning. Det är härvid önskvärt att åstadkomma såväl tillräcklig
20 lufthastighet (m/s) som tillräcklig luftvolym (m^3/s) i rotorns kanaler med så små
ventilationsförluster som möjligt. Ventilationsförlusterna består dels av luftgaps-
friktion och dels av en komponent som är proportionell mot totala luftvolymen som
blåses in i rotorns kanaler. För att minimera ventilationsförlusterna vill man alltså
ha så litet volymflöde som möjligt i rotorns kanaler.

- 25 Vid kombinerad luftkylning av både stator och rotor är det vanligtvis den
tillåtna temperaturstegringen på luften som bestämmer luftflödet. Eftersom tempe-
raturstegringen endast beror av de totala effektförlusterna och luftflödet går det
inte att göra så mycket åt problemet med att minska ventilationsförlusterna; luft-
flödet är entydigt bestämt av förluster och tillåten temperaturstegring.

- 30 Om statorn istället vattenkyls, så kan man minska luftflödet därför att luf-
ten inte behöver kyla bort lika mycket effekt. Dessutom är det så att, när endast
rotorn luftkyls, så är det värmeövergångstalet invid fältlindningarna och inte tem-

peraturstegringen som är dimensionerande. Värmeövergångstalet ökar när luft-hastigheten ökar. Detta innebär att man kan reducera nödvändigt luftflöde genom att tvinga luften att gå nära fältlindningarna.

- Vidare krävs en kylning av härvändspartierna belägna vid statorns axiellt
5 sett båda ändar. Ett problem med lösningar där kylluften passerar härvändspartiet som är känsliga partiet att kyla efter att ha passerat rotorn varvid kylningen av härvändspartiet tenderar till att vara otillfredsställande.

- Vid konventionell kylning kombineras nästan alltid rotorkylning och stator-
kylning så att luften, efter att ha passerat rotorn, även passerar statorns radiella
10 kylkanaler. Detta kan ge höga lufttemperaturer där rotorluften kommer i kontakt med statorn. Detta beror dels på att rotorluften upptagit förlusteffekter i rotor inklusive fältlindning och dels på att hela luftens rotationseffekt övergår till värme i detta parti.

- Liknande maskiner har konventionellt utformats för spänningar i intervallet
15 15 - 30 kV varvid 30 kV har normalt ansetts vara en övre gräns. Detta innebär normalt i generatorfallet att en generator måste anslutas till kraftnätet över en transformator som transformerar upp spänningen till nätets nivå vilket ligger i området ca 130 - 400 kV. Föreliggande uppfinning är bland annat avsedd att användas vid
20 höga spänningar vilket avser spänningar som i första hand överstiger 10 kV. Ett typiskt arbetsområde för en roterande elektrisk maskin innefattande en luftkyld rotor enligt uppfinningen kan vara spänningar från 36 kV upp till 800 kV.

- Genom att använda högspända isolerade elektriska ledare i maskinens stator, högspänningskablar, med fast isolation av likartat utförande som kablar för överföring av elkraft (exempelvis s. k. PEX-kablar) kan maskinens spänning höjas
25 till sådana nivåer att den kan direktanslutas till kraftnätet utan mellanliggande transformator. Således kan den konventionella transformatorn elimineras. Högspänningskabeln innefattar ett antal kardeler med cirkulärt tvärsnitt av exempelvis koppar (Cu). Dessa kardeler är anordnade i mitten av högspänningskabeln. Runt kardelerna finns anordnat ett första halvledande skikt. Runt det första halvledande
30 skiktet finns anordnat ett isolationsskikt, t.ex. PEX-isolation. Runt isolationsskiktet finns anordnat ett andra halvledande skikt. Begreppet högspänningskabel i före-

liggande ansökan innefattar således ej det yttre skyddshölje och metallskärm som normalt omger en dylik kabel vid kraftdistribution.

Teknik med enkelriktad axiell kylning där statorn ej ingår i kylkretsen är känd i tillämpningar för mindre maskiner vilka uppvisar öppna polluckor. Även axiell kylning genom polluckor vilka är täckta är tidigare kända, jfr PCT WO98/20600.

Dessa tidigare kända typer av luftkylning och vattenkylning ger en delvis otillfredsställande kylning, speciellt av härvändspartiet, vid en maskin av föreliggande typ med åtföljande höga ventilationsförluster som följd.

10 **Uppfinningens syfte**

Syftet med uppfinningen är att åstadkomma ett förfarande och en anordning för luftflödesstyrning vid axiell rotorkylning för att primärt skydda statorns kablar från varm luft i en roterande elektrisk maskin, speciellt av angivet slag där maskinens statorlindningar utgörs av nämnda högspänningskablar. Ett ytterligare syfte med uppfinningen är att med samma kylmedium som kyla rotorn även kyla härvändspartiet och härvid kyla härvändspartiet först i en sådan maskin. Vidare syftar uppfinningen till att undvika att varm luft kommer i kontakt med statorn. Syftet är även att åstadkomma en högre verkningsgrad genom att minska ventilationsförlusterna i en luftkyld rotor. Fördelaktiga vidareutvecklingar av uppfinningen indikeras i nedanstående beskrivning.

Sammanfattning av uppfinningen

Syftet med uppfinningen uppfylls genom att uppfinningen erhållit de i patentkraven angivna kännetecknen. Uppfinningen grundar sig på en maskin med luftkyld rotor och vattenkyld stator där statorns härvändar kyla genom cirkulation av kylfluft genom härvändspartiet och därefter genom luftgapet mellan stator och rotor. Genom att kylfluften tillåts först kyla härvändspartiet och sedan rotorn innebär detta att de känsligaste delarna vilka ej tål för hög temperatur blir först kylda. Detta åstadkoms genom att kylfluften först passerar härvändspartiet och sedan leds in i luftspalten mellan stator och rotor för att vid rotorns mitt reverseras av en mötande kylfluftström från rotorns andra sida och därefter återförs genom rotor-kanalerna i en sluten kylkrets. Reverseringen av kylfluftflödet sker successivt axiellt

längs rotorn för att vara helt reverserad vid rotorns mitt. För att underlätta reverseringen av luftflödet vid rotorns mitt är rotorkilar, sett i ett radiellt snitt, avfasade. Kylningen är helt symmetrisk varför reverseringen av kylluften sker av sig själv när flödet mellan stator och rotor från rotorns ena sida möter flödet från dess andra
5 sida.

Speciellt är föreliggande uppfinning tillämpbar på en roterande elektrisk maskin vars statorlindning är utformad med högspänningskablar vilka med dagens teknik kräver en temperatur av maximalt 70°C.

Det primära i uppfinningen är att de temperaturkänsliga delarna i genera-
10 torn skall kylas först av den kalla luften eller annan gas. Uppfinningen grundar sig även på en turbogenerator där statorhärvändar och rotor kyls av luft eller annan gas. Uppfinningen kan även tillämpas vid enbart kylning av rotorn och med viss modifiering för hydrogeneratorer. Ordningsföljden för luftkylning är luftkylare, statorhärvändar, luftgap och sist rotor. Uppfinningen är speciellt tillämpningsbar där
15 statorlindningen består av kablar med en relativt låg tillåten driftstemperatur.

Den ur kylsynpunkt optimala flödesriktningen för kylluften innebär den omvända mot konventionellt i rotorns kylkanaler, dvs från rotorns periferi i riktning mot rotationscentrum. Detta kräver större drivtryck för denna lösning i jämförelse med en konventionell kylmetod. Drivtrycket erhålls av en fläkt i kombination med
20 en diffusor. Diffusorn omvandlar merparten av luftens dynamiska tryck till statiskt tryck vid luftens utlopp från den roterande delen av generatorn. Detta är en stor fördel gentemot en konventionell kylmetod där hela luftens rotationseffekt övergår i värme i de partier som skall kylas i generatorn. Den omvända flödesriktningen i rotorn ger högre ventilationsförluster per volymenhet luft i jämförelse med den
25 konventionella kylmetoden på grund av erforderlig effekt till fläkten. Detta beror på att ventilationsförlusterna per volymenhet luft som passerar rotorns kanaler är proportionell dels mot luftens rotationshastighet och dels rotorns alternativt fläktens rotationshastighet vid utloppet från de roterande delarna i generatorn. För att driva luften den omvända riktningen genom rotorn erfordras en större periferihastighet på fläkten än rotors i luftgapet. Trots detta blir de totala ventilationsförlusterna låga.
30

Minimering av volymflödet erhålls dels genom att de temperaturkänsliga delarna kyls först och dels genom att luftens rotationseffekt omvandlas till drivtryck och värme först efter det att luften lämnat de delar som skall kylas. Förlusterna på grund av luftgapsfriktionen blir liten på grund av att luftens rotationseffekt i luft-
 5 gapet blir ett effekttillskott vid luftens inlopp till rotorn och ej går förlorad i värme. Därför kan ventilationsförlusterna för denna ventilationsprincipen ytterligare minimeras genom att göra statorns yta i luftgapet glatt.

Det föreligger även krav på maximal temperatur på rotorkapseln som krymps fast på rotorn. Ventilationsprincipen enligt denna uppfinning omsluter hela
 10 rotorkapseln av kall luft. Detta gäller såväl rotorkapselns yta mot luftgapet som ytan mot rotorcentrum. Den varma luften från rotorn hindras att komma i kontakt med rotorkapseln. Den kalla luften från härvändsutrymmet in i rotorändan kyler även effektivt rotorkapseln.

15 ***Kort beskrivning av ritningarna***

Uppfinningen kommer nu med hänvisningsbeteckningar i anslutning till bifogade ritningsfigurer att närmare beskrivas.

Figur 1 visar en schematisk axiell vy av en roterande elektrisk maskin delvis i snitt, med luftkyld rotor enligt föreliggande uppfinning.

20 Figur 2 visar ett partiellt radiellt snitt A-A genom rotorn enligt figur 1.

Figur 3 visar en förstorad delvy med ett överlagrat radiellt snitt B-B enligt figur 1.

Beskrivning av uppfinningen

Figur 1 visar en roterande elektrisk maskin 1 innefattande en stator 2 med
 25 en statorlindning 3 vilken utgörs av högspänningskabel. Maskinen 1 är vidare försedd med en rotor 4 anordnad på en i ett maskinhus 5 lagrad maskinaxel 6. Mellan stator 2 och rotor 4 bildas ett luftgap 15. Rotorn 4 är vidare försedd med en med skovlar 7 försedd radialfläkt 8 vilken höjer trycket på den reverserade kylluftströmmen in i en diffusor 18. I diffusorn omvandlas dynamiskt tryck i luftströmmen
 30 från rotorn till ca. 60% statiskt tryck, varvid resterande 40% bildar värme. Härvid sker ca. halva tryckökningen i fläkten och resterande tryckökningen i diffusorn. Luftströmmen passerar en luftkylare 19 varefter luften strömmar genom härvänds-

partiet 20. Som vidare framgår av utföringsformen enligt figur 1 är det totala luftflödet genom kylaren 19, 1,7 m³/s varav 0,5 m³/s (30%) direkt efter härvändspartiet 20 kyles rotoränden 21 och 1,2 m³/s (70%) strömmar in i luftgapet 15 mellan stator 2 och rotor 4. Luftströmmen genom härvändspartiet 20 bringas att rotera

5 genom att utloppskanaler vinklas för att åstadkomma virvelbildningar och turbulens. Alternativt styrs luften genom härvändspartiet med hjälp av skärmar 16, 17.

Eftersom kylarrangemanget är symmetriskt möts kylluftflöden från rotorerna båda ändar i luftgapet 15, vilket indikerats genom pilar i figur 1. Båda dessa kylluftflöden tenderar där de möts att vika av i radiell riktning, dvs. in mot rotorerna

10 trum. För att underlätta denna riktningsändring har rotorkilar avfasats vid luftens radiella inlopp i en radiell rotorkanal 11. Figur 2 visar i ett område, vid vilket en pil markerar att luftflödet radiellt viker av, hur en sådan avfasad rotorkil 12 kan vara anordnad. Luftflödet avviker åter till ett reverserat axiellt flöde i riktning ut från rotorn 4 genom axiella rotorkanaler 9. I figur 1 är visat med pilar en luftflödesstyrning

15 vid dubbelriktad axiell rotorkylning. Härvid framgår även hur maskinens härvändspartier 20 tillåts kylas med luftströmmen före det att rotorn med dess lindningar kyles.

Figur 2 visar ett partiellt radiellt snitt genom rotorn 4 vilken är utförd med rotorkanaler 9 intill varje fältlindning 10. Ytterst på varje fältlindning 10 är en rotorkil 12 anordnad. Rotorkilen 12 är försedd med en avfasad kantytta 13 för att underlätta för luftflödet att vika av radiellt in i de radiella rotorkanalerna 11. Varje radiell kanal 11, exklusive de intill en pol belägna, försörjer två axiella kanaler 9 med luft.

20 Vid mindre helt luftkylda maskiner används luftgapet till att blåsa luft igenom, för kyländamål för både rotor och stator. Vid större maskiner, såsom i föreliggande

25 fall med vattenkyld stator, är detta en oekonomisk kylmetod varför en sådan luftström genom luftgapet bör vara så liten som möjligt för att istället användas där den bättre behövs, i föreliggande fall för luftströmning genom rotorkanalerna samt för samtidig kylning av härvändspartierna.

Figur 3 visar med pilar i ett axiellt snitt den reverserade kylluftströmmen på väg tillbaka ut från rotorn genom rotorkanalerna 9 under det att den kyles rotorlindningarna. Vid rotoränden 21 förenas de båda kylluftströmmarna åter, varvid dessa trycks vidare genom en ringformad kanal 23. Kanalen 23 bildas genom att ett rör

30

25 är koaxiellt fastsatt på en roterande rotoraxel 27 via radiella fästelement 29 vilka visas i figur 3 i ett radiellt snitt. Vid rörets 25 ände sitter fläkten 8, även den fäst vid rotoraxeln, vilken med sina skovlar 7 åstadkommer cirkulation av kyl Luften.

- Fläkten pressar kyl Luften vidare genom diffusorn 18 och vidare genom luftkylaren 5 19 i en kontinuerlig cirkulation. Vid den inledningsvis beskrivna tryckomvandlingen i diffusorn ökar således lufttemperaturen, men sänks åter i luftkylaren. Radialfläktens 8 diameter är större än rotorns diameter.

- Maskinens statorlindningen 3 utgörs av en högspänningskabel i form av en böjlig elektrisk ledare med ett hölje som är kapabelt att inestänga det kring
- 10 ledaren uppstående elektriska fältet. Vidare innefattar höljet ett isolationssystem med en isolation bildad av ett fast isolationsmaterial och utanför isolationen ett yttre skikt som har en elektrisk konduktivitet som är högre än den hos isolationen för att det yttre skiktet genom anslutning till jord eller eljest relativt låg potential skall förmå dels att fungera potentialutjämnande, dels att i huvudsak innehålla det
- 15 på grund av nämnda elektriska ledare uppstående elektriska fältet innanför det yttre skiktet. Isolationssystemet innefattar en isolation bildad av ett fast isolationsmaterial och innanför isolationen ett inre skikt, att nämnda åtminstone ena elektriska ledare är anordnad innanför det inre skiktet och att det inre skiktet har en elektrisk konduktivitet som är lägre än den hos den elektriska ledaren men till-
- 20 räcklig för att det inre skiktet skall fungera potentialutjämnande och därmed utjämnande vad avser det elektriska fältet utanför det inre skiktet. Den fasta isolationen och det yttre skiktet utgörs av polymera material.

PATENTKRAV

1. Förfarande för luftkylning av rotor och härvändsparti i en med lindning (3) försedd stator i en roterande elektrisk maskin, **kännetecknat** av att kylluften först
5 passerar genom härvändspartiet (20) och vidare helt eller delvis axiellt in i luftgapet (15) mellan rotor (4) och stator (2) för att vid rotorns (4) mitt, axiellt reverse-ras genom att föras in i axiella rotorkanaler (9) och vidare ut ur rotorkanalerna varefter luften kyls och cirkulationen återupprepas.
- 10 2. Förfarande enligt kravet 1, **kännetecknat** av att kylluften delvis leds in genom rotorns ändparti för kylning av fältlindningen (10) vid rotoränden (21).
3. Förfarande enligt något av kraven 1-2, **kännetecknat** av att kylluften uppdelas så att av de 100% som genomströmmar härvändspartiet (20) genomström-
15 mar cirka 70% luftgapet/rotorkanalerna (15,9) och resterande cirka 30% leds till rotorns ändparti för kylning av rotoränden (21).
4. Förfarande enligt något av kraven 1-3, **kännetecknat** av att kylluften vid inträde i härvändsutrymmet (20) bringas att rotera för att åstadkomma virvelbild-
20 ningar och turbulens i härvändspartiet (20).
5. Förfarande enligt något av kraven 1-3, **kännetecknat** av att luften styrs genom skärmar (16,17) i härvändspartiet (20).
- 25 6. Förfarande enligt något av kraven 1-5, **kännetecknat** av att den uppvärmda kylluften från rotorn (4) hålles separerad från härvändspartiet (20).
7. Förfarande enligt något av kraven 1-6, **kännetecknat** av att den uppvärmda luften från rotorn (4) undgår en tryckuppsättning i en fläkt (7) och i en diffusor
30 (18) varefter luften kyls i en luftkylare (19).

8. Förfarande enligt något av kraven 1-7, **kännetecknat** av att cirkulationen av kyluft vid rotns axiellt motsatta sida sker på motsvarande sätt, dvs. enligt något av kraven 1-6.

5 9. Förfarande enligt något av kraven 1-8, **kännetecknat** av att lindningen (3) är bildad av en kabel i form av en böjlig elektrisk ledare med ett hölje som inneslänger det kring ledaren uppstående elektriska fältet.

10 10. Roterande elektrisk maskin (1) med en med lindning (3) försedd stator (2) och en rotor (4) med fältlindningar (10) omgivna av rotorkanaler (9), vilken rotor (4) är anordnad att kylas, av axiellt strömmande luft igenom rotns (4) kanaler (9), **kännetecknad** av att rotn (4) och stators härvändsparti (20) är anordnade att kylas genom att kylften först bringas att passera genom härvändspartiet (20) och vidare helt eller delvis axiellt in i luftgapet (15) mellan rotor (4) och stator (2) för att
15 vid rotns (4) mitt, axiellt reverseras genom att föras in i axiella rotorkanaler (9) och vidare ut ur rotorkanalerna varefter lften kyla och cirkulationen återupprepas.

11. Maskin enligt kravet 10, **kännetecknad** av att den kylande luftströmmen är anordnad att åstadkommas med dels en till rotn (4) ansluten fläkt (8) och dels
20 en till fläkten ansluten diffusor (18).

12. Maskin enligt något av kraven 10-11, **kännetecknad** av att den kylande luftströmmen är anordnad att axiellt pressas in i luftgapet (15) mot rotns (4) mitt från vardera härvändspartiet (20).

25 13. Maskin enligt något av kraven 10-12, **kännetecknad** av att statorlindningen (3) utgörs av en högspänningskabel i form av en böjlig elektrisk ledare med ett hölje som är kapabelt att inneslänga det kring ledaren uppstående elektriska fältet.

30 14. Maskin enligt något av kraven 10-13, **kännetecknad** av att höljet innefattar ett isolationssystem med en isolation bildad av ett fast isolationsmaterial och

utanför isolationen ett yttre skikt som har en elektrisk konduktivitet som är högre än den hos isolationen för att det yttre skiktet genom anslutning till jord eller eljest relativt låg potential skall förmå dels att fungera potentialutjämnande, dels att i huvudsak innehålla det på grund av nämnda elektriska ledare uppstående elektriska fältet innanför det yttre skiktet.

15. Maskin enligt något av kraven 10-14, **kännetecknad** av att isolationssystemet innefattar en isolation bildad av ett fast isolationsmaterial och innanför isolationen ett inre skikt, att nämnda åtminstone ena elektriska ledare är anordnad innanför det inre skiktet och att det inre skiktet har en elektrisk konduktivitet som är lägre än den hos den elektriska ledaren men tillräcklig för att det inre skiktet skall fungera potentialutjämnande och därmed utjämnande vad avser det elektriska fältet utanför det inre skiktet.

15 16. Maskin enligt något av kraven 10-15, **kännetecknad** av att den fasta isolationen och det yttre skiktet utgörs av polymera material.



SAMMANDRAG

- Förfarande för luftkylning av rotor och härvändsparti i en statorförsedd roterande elektrisk maskin varvid kylluften först passerar genom härvändspartiet
- 5 (20) och vidare helt eller delvis axiellt in i luftgapet (15) mellan rotor (4) och stator (2) för att vid rotorns (4) mitt, axiellt reverseras genom att föras in i axiella rotorkanaler (9) och vidare ut ur rotorkanalerna varefter luften kyla och cirkulationen återupprepas, samt en roterande elektrisk maskin (1) kyld enligt detta förfarande.

10 (Figur 1)

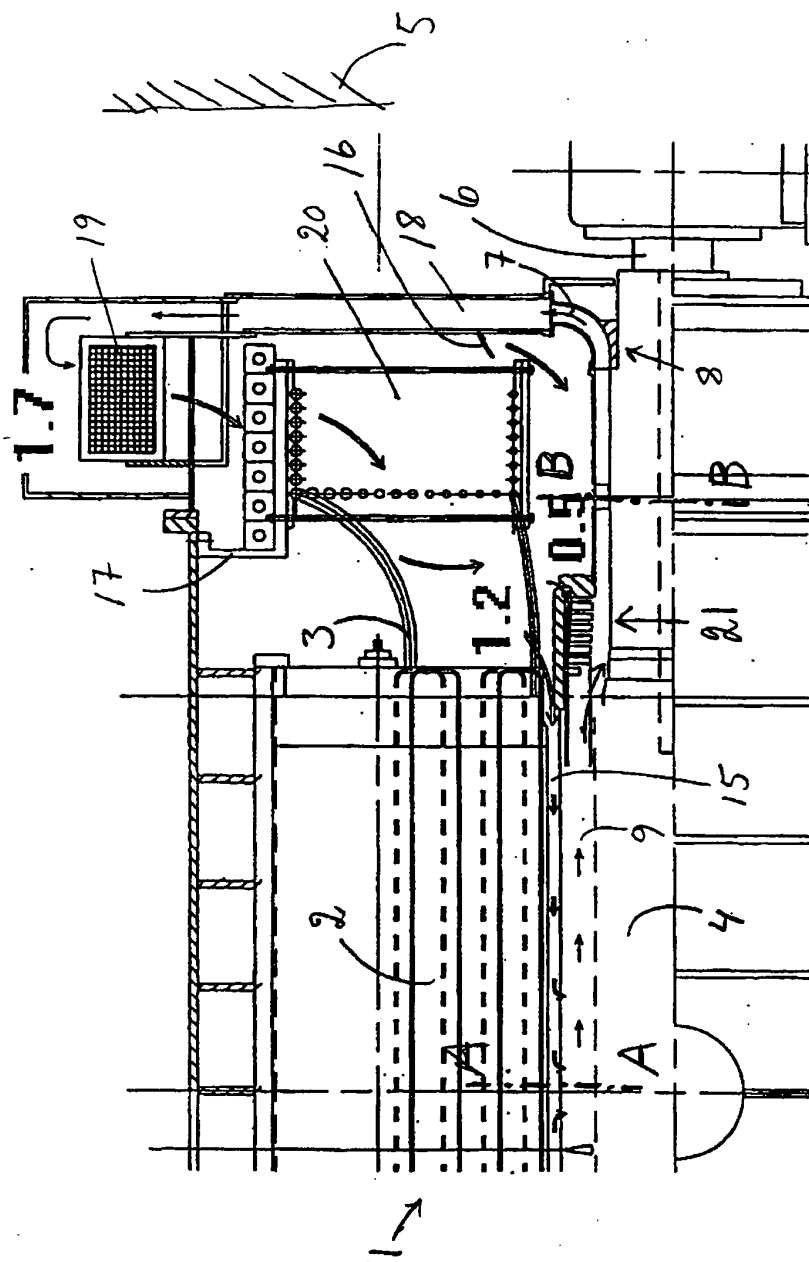
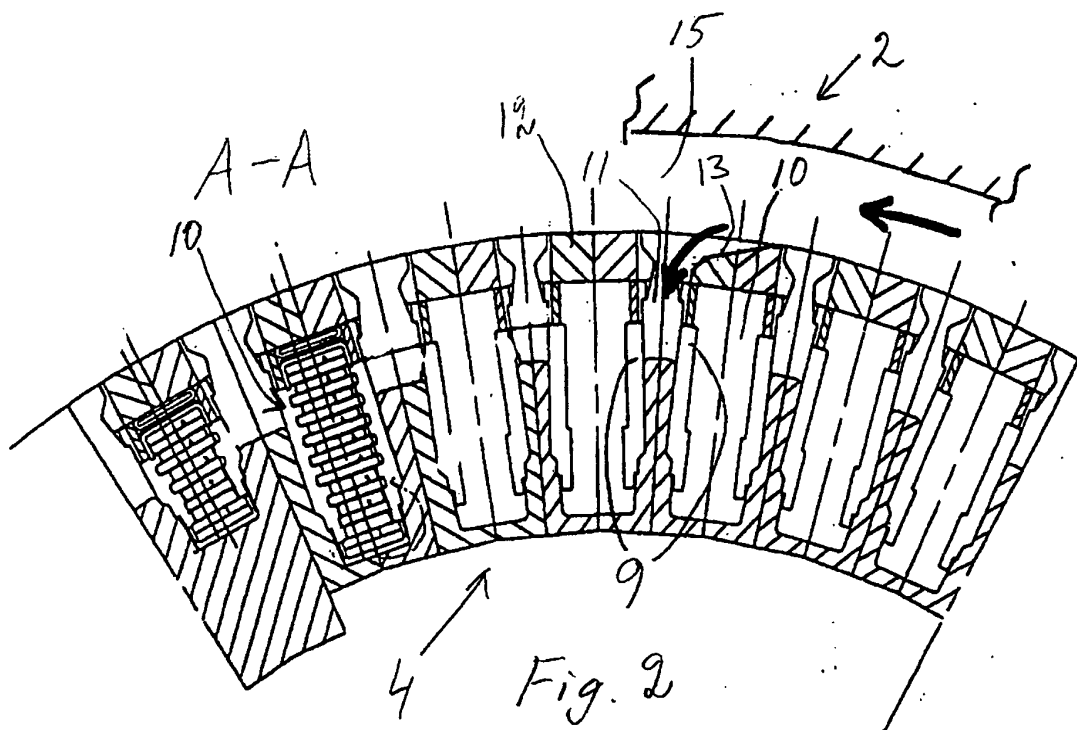


Fig. 1



3,001,923

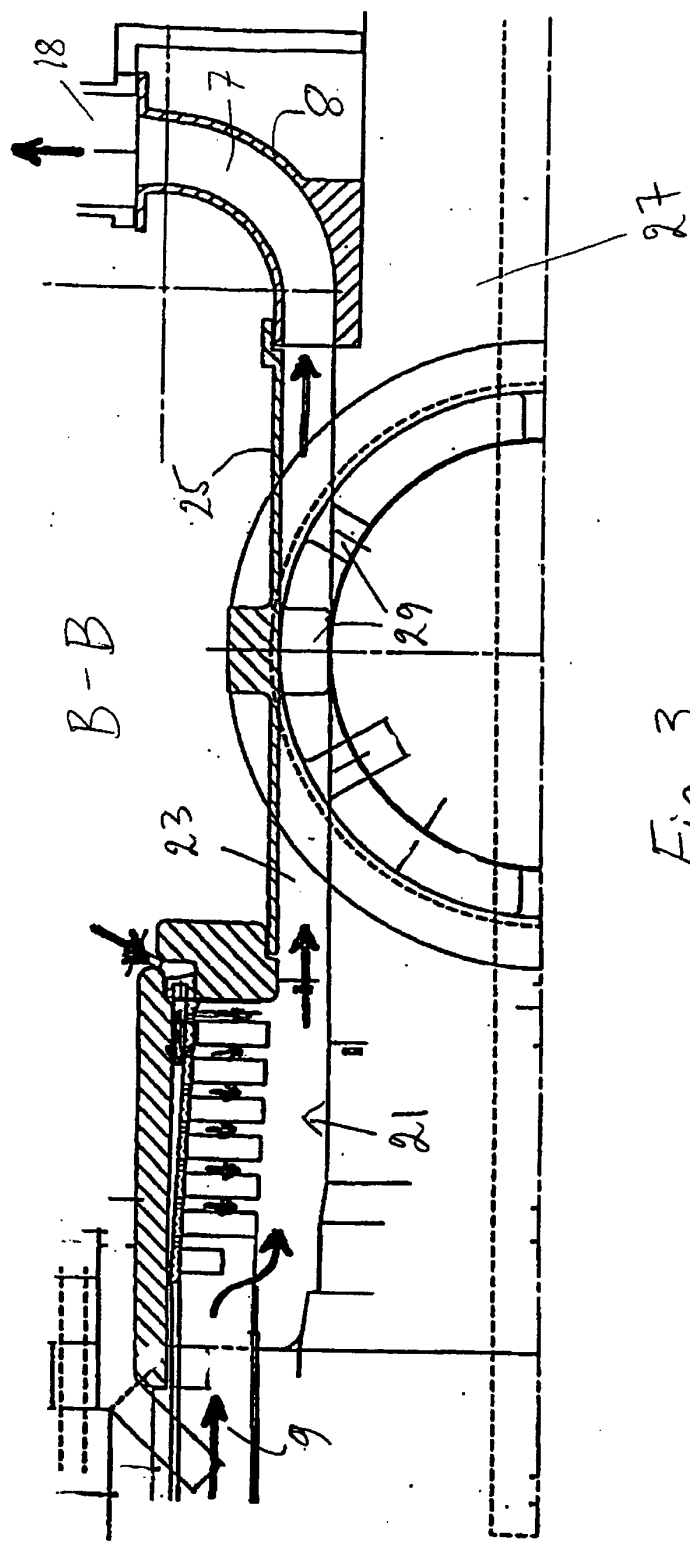


Fig. 3

